

# CIRCOLARE E SOSTENIBILE: VERSO L'OTTIMIZZAZIONE DEI FLUSSI MATERICI NEI PROCESSI DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA IN ITALIA

Serena Giorgi<sup>1,\*</sup>, Monica Lavagna<sup>1</sup>, Andrea Campioli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura ingegneria delle costruzioni e ambiente costruito, Milano.

**Sommario** – L'articolo si colloca nell'ambito della promozione di logiche di produzione circolari e sostenibili nel settore edilizio, tese all'ottimizzazione dei flussi materici. Attraverso interviste dirette a operatori vengono individuate e analizzate le barriere e le leve che presiedono all'attivazione di circolarità lungo il processo di riqualificazione edilizia in Italia, affrontando i problemi connessi sia al fine vita degli edifici esistenti e alla gestione dei rifiuti da demolizione, sia alla nuova progettazione, alla gestione dei rifiuti da costruzione e alle scelte tecnologiche e materiche per il nuovo costruito. Vengono evidenziati i principali fattori decisionali che caratterizzano le fasi di progettazione e di gestione dei rifiuti e le modalità di relazione tra gli operatori coinvolti. Vengono esaminati gli ostacoli e le leve per il riuso e il riciclo dei materiali e le cause degli sprechi materici che avvengono lungo il processo edilizio. Successivamente viene analizzato l'interesse degli operatori verso nuovi modelli di business che possano indirizzare le dinamiche di mercato verso processi volti alla conservazione e all'allungamento della vita utile dei prodotti. L'articolo identifica, inoltre, i principali cambiamenti legislativi necessari alla promozione di una economia circolare nel processo edilizio; individua l'attivazione di partnerships strategiche per l'avvio di nuovi modelli di business circolari e le fasi di processo durante le quali gli operatori devono essere stimolati all'utilizzo di strumenti *Life Cycle* per la valutazione della sostenibilità delle differenti strategie circolari. Infine, l'articolo presenta i risultati della partecipazione al gruppo di lavoro sull'economia circolare del *Green Building Council* Italia (GBC), che ha rappresentato un'ulteriore occasione di confronto con *stakeholders* del settore edilizio italiano.

**Parole chiave:** processo di riqualificazione, *Life Cycle approach*, rifiuti da costruzione e demolizione, economia circolare, settore edilizio.

## CIRCULAR AND SUSTAINABLE: TOWARDS MATERIALS FLOW OPTIMISATION OF ITALIAN BUILDING RENOVATION PROCESSES

**Abstract** – The paper shows recommendation and good practices of circular and sustainable strategies, which can lead to a materials flow optimization of building renovation process. Through direct-interview to operators and stakeholders, the barriers and levers of circularity within the building process are investigated. The renovation process is particularly interesting because it takes into account the end of life management of existing building and the demolition waste management, and

the design process of building renovation, consequently the construction waste management, the new technological solutions and the use of new materials. First of all, the decision making within design process and waste management is shown and the relationships among operators is highlighted. The analysis shows that operators are not related to each other in a continuous way and there are difficulties in cooperation and information sharing. After that, analysing the obstacles and the levers for materials reuse and recycling, the research shows that there are economic barriers, logistic barriers for recycling materials. Other obstacles that concern the reuse are: the lack of expert operators for disassembling and reassemble, economic aspects for the cost of reconditioning, aesthetic aspects, logistic barriers, and the responsibility aspect to use reused elements which don't have a performance certification. Regarding the levers for reuse and recycling of materials and building elements, in Italy there are no economics incentives; however, the main levers for the recycling of building materials, is represented by the Green Public Procurement according to which there are "minimum environmental criteria" mandatory to public building, such as mandatory "recycling content", "selective demolition" and "recyclability of materials". Then, the analysis investigates on the potentially avoidable waste, generated during the renovation process: two main steps when it is possible avoiding waste are identified. Both steps generate waste that concerns new materials. The first is the fit-out substitution stage in a rented building. The second is the construction stage. Successively, the research investigates the stakeholders' interest in new business models which change the traditional business dynamics towards the conservation and the extension of the useful life of products. It is possible to note, that there is interest among operators, but difficulties to apply business model (like product service system) at building level still remain, because of buildings are immovable object with a long lifespan. Finally, the paper defines the main legislative improvements useful to achieve a circular building process in Italy, identifying top-down and bottom-up initiatives. Then the paper shows the strategic partnerships identifying the operators to link for a better information exchange useful to activate circular business models. Moreover, the paper identifies the building renovation process phases during which the operators must be stimulated to use Life Cycle tools as decision-making support for assessing sustainability, in order to activate only sustainable circular strategies. Analyzing the entire process, it is possible to identify how the application of the Life Cycle tools is determined in the "prevention" phase or upstream, during the design process, and in the "management" phase or downstream, during the building end of life and waste management. Finally, the article presents the results of par-

\* Per contatti: Via Giuseppe Ponzio 31, 20133 Milano.  
Tel. 02.23995134. Mob. 3333370134.  
E-mail: serena.giorgi@polimi.it

ticipation in the working group on the circular economy of the Green Building Council Italia (GBC), which represented a further opportunity of discussion with Italian building sector stakeholders.

**Keywords:** renovation process, Life Cycle approach, construction and demolition waste, circular economy, building sector.

Ricevuto il 14-4-2019. Modifiche sostanziali richieste il 3-6-2019. Correzioni richieste il 8-7-2019. Accettazione il 10-7-2019.

## 1. INTRODUZIONE

Le politiche di *circular economy* si pongono come obiettivi la limitazione del consumo delle risorse naturali e la riduzione della generazione dei rifiuti, incentivando l'allungamento della vita utile dei manufatti attraverso processi di riparazione/rigenerazione e la trasformazione del rifiuto in materia prima seconda attraverso pratiche di riciclaggio e di recupero dei materiali (COM 398, 2014; COM 614, 2015). Il settore edilizio rappresenta uno dei settori chiave per l'applicazione dell'economia circolare essendo esso causa della maggiore produzione di rifiuti (33,5% in EU-28) e di un rilevante consumo di energia (40% del totale consumo) e di materie prime (Eurostat, 2016). Solo in Italia, nel 2016, i rifiuti da costruzione e demolizione ammontavano a circa 54 milioni di tonnellate, rappresentando il 43,4% del totale dei rifiuti speciali prodotti nell'intera nazione (ISPRA, 2018).

Al fine di promuovere l'applicazione di strategie di circolarità nel settore edilizio, l'Unione Europea sta promuovendo azioni relative al miglioramento della gestione di rifiuti da costruzione e demolizione. In particolare, il protocollo "EU Construction and Demolition Waste Management Protocol" (2016) e, le seguenti "Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings" (2018) rappresentano due principali azioni che fanno parte del "Circular Economy Package" e sono allineate al "Construction 2020 Strategy".

Queste iniziative spingono gli Stati Membri a migliorare l'identificazione dei rifiuti, attraverso strategie di separazione e raccolta, la logistica dei rifiuti, attraverso la tracciabilità del flusso dei rifiuti, il trattamento dei rifiuti, incentivando efficienti processi di riciclaggio e il controllo della qualità del rifiuto, attraverso l'introduzione di etichettature e certificazioni.

È sempre più necessario mirare all'efficienza nell'uso delle risorse, non solo energetiche ma anche materiche, attraverso strategie non solo di riciclo

dei materiali ma anche di riuso dei componenti e degli stessi interi edifici (Giorgi et al., 2018). In tale contesto, quindi, il rinnovo del patrimonio edilizio diventa uno dei principali campi di applicazione delle strategie di *circular economy*. In Italia circa il 60% degli edifici è stato costruito prima del 1970 (Lavagna et al., 2016) e quindi necessita di un rinnovo dal punto di vista funzionale, tecnologico ed energetico. Il rinnovo degli edifici esistenti per raggiungere gli obiettivi per il 2020 e il 2050 riguardo la conservazione delle risorse e la decarbonizzazione viene dichiarato di fondamentale importanza anche nelle comunicazioni della Commissione Europea (COM 433, 2012).

Le stringenti politiche finalizzate al contenimento dei consumi energetici nel settore edilizio (2002/91/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE) hanno consentito un significativo incremento dell'efficienza energetica degli edifici durante la fase d'uso (Lavagna et al., 2018). Desta invece ancora un limitato interesse il tema del contenimento dei consumi di materie prime utilizzate per costruire edifici, il cui impiego è previsto in crescita nei prossimi anni (Fishman et al., 2016). Al fine di invertire questo trend, risulta determinante un cambiamento nei processi di progettazione e di gestione delle diverse fasi di vita dell'edificio: produzione dei materiali, costruzione, uso e fine vita. Inoltre, è necessario un miglioramento nella gestione delle informazioni: attualmente sono disponibili pochi dati riguardo l'uso dei materiali, anche riguardo l'estrazione delle materie prime, particolarmente rilevante nel settore delle costruzioni (Unep, 2016).

Allo stesso tempo si impongono strategie ambientalmente ed economicamente sostenibili da un punto di vista *Life Cycle*, attraverso la verifica per mezzo di metodologie scientifiche e standardizzate come il *Life Cycle Assessment* e il *Life Cycle Cost*. Solo grazie al supporto di tali strumenti di valutazione è possibile verificare l'effettiva sostenibilità delle differenti strategie circolari: non sempre l'efficienza delle risorse e la gestione dei rifiuti innescano processi sostenibili (Geissdoerfer et al., 2017; Giorgi et al., 2017).

Attualmente, in Italia, l'applicazione di processi circolari sostenibili è ancora ostacolata da barriere politiche, economiche e dalla mancanza di informazione e consapevolezza.

Questo articolo evidenzia sfide e opportunità di una transizione verso un processo edilizio circolare e sostenibile, a partire dall'individuazione di: miglioramenti legislativi, relazioni strategiche tra ope-

ratori e utilizzo di strumenti *Life Cycle* come ausilio decisionale.

## 2. METODO DI INDAGINE

In ragione del carattere olistico del concetto di economia circolare e della dispersione e frammentarietà delle informazioni disponibili, per la raccolta dei dati è stata scelta una metodologia di indagine di tipo qualitativo, ovvero l'intervista.

Durante la prima metà del 2018, sono state condotte una serie di interviste rivolte a operatori del settore edilizio, identificando i principali stakeholders del processo di riqualificazione, all'interno di un campione che comprendesse esperti, investitori, banche, progettisti, fornitori di componenti edili, imprese di costruzione, imprese di demolizione e gestori di rifiuti. Si sono identificate aziende di medio-grande dimensione, che operano a livello nazionale. La procedura di campionamento utilizzata è quella che viene definita "non probabilistica" oppure "ragionata": la selezione dei campioni riguarda soggetti che possano avere caratteristiche (culturali e di esperienza) per poter rispondere in modo consapevole ai temi affrontati durante l'intervista. Si è scelto pertanto di orientarsi metodologicamente verso colloqui con interlocutori privilegiati articolati su più incontri, piuttosto che sulla raccolta di questionari a risposta rapida (metodo quantitativo) a numerosi soggetti "random". Ciò ha consentito di meglio inquadrare gli obiettivi dell'indagine e di procedere all'individuazione delle barriere legislative, delle leve e dei cambiamenti che possano spingere verso un processo circolare sostenibile a partire dalla descrizione puntuale di esperienze sul campo. Nel corso dell'individuazione del campione da intervistare è emersa una prima criticità: non tutti gli operatori contattati erano disposti a un confronto sull'economia circolare, ritenendolo tema ancora poco conosciuto e condiviso nel contesto italiano. Ne è derivato un campione limitato ai soli soggetti già operativi sul tema. Attraverso le interviste, basate su domande aperte, è stato possibile instaurare con l'interlocutore un confronto mirato non solo alla conoscenza dello stato di fatto ma anche al ragionamento su possibili futuri scenari orientati alla circolarità.

L'obiettivo delle interviste è stato quello di individuare le pratiche attuali, le scelte progettuali, la gestione riguardo i materiali in input e in output nei processi di riqualificazione, la diversa relazione tra gli operatori influente sulla gestione dei flussi di

materiali e l'interscambio di informazioni. Come prima analisi, la ricerca ha individuato gli operatori che hanno la potenzialità di decidere tra le differenti strategie di rigenerazione edilizia e le loro reciproche relazioni, al fine di evidenziare i fattori che influenzano le decisioni durante l'intero processo edilizio. In particolar modo, sono stati indagati i fattori riferiti alla scelta tra demolizione e nuova costruzione o riqualificazione edilizia, alla scelta tra le diverse tecniche di demolizione (tradizionale, selettiva, decostruzione) e alla gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione (riuso, riciclo e conferimento in discarica). Solo capendo il processo decisionale è stato possibile individuare possibili cambiamenti (legislativi o procedurali) e gli operatori chiave da incentivare ed educare verso scelte sostenibili e circolari.

In una seconda fase l'indagine ha riguardato la pratica del riciclo dei rifiuti da costruzione e demolizione, in quanto essa rappresenta una delle strategie che permette di ottimizzare i flussi materici in uscita dal processo edilizio, destinandoli ad un nuovo processo di produzione e quindi ad un nuovo ciclo di vita. In tale contesto, la ricerca ha analizzato il livello di utilizzo di strumenti "*Life Cycle*" per la valutazione della sostenibilità ambientale ed economica dei processi di riciclo, in tutte le fasi della gestione dei rifiuti e dell'utilizzo del riciclato: dal trasporto dei rifiuti dal sito di origine al sito di riciclaggio, ai trattamenti da effettuare per le trasformazioni, alla produzione dei materiali in cui si sostituisce la materia prima con materiali riciclati.

L'indagine ha poi messo in evidenza le specificità della pratica del riuso/riutilizzo che presenta, in linea di principio, una più elevata efficienza ambientale in quanto evita a monte un nuovo processo trasformativo e i relativi impatti ambientali, e prolunga la vita dell'elemento soddisfacendo nuove esigenze.

Altro tema indagato è stato quello dei potenziali rifiuti evitabili durante le attività di riqualificazione: sono stati individuati rifiuti rappresentati da elementi praticamente nuovi, o comunque non arrivati a fine vita, sui quali sarebbe auspicabile intervenire.

Infine l'indagine ha consentito di verificare l'esistenza nel contesto italiano di dinamiche di business mirate al raggiungimento di strategie circolari e l'interesse degli operatori verso nuovi modelli di business, basati sulla fornitura di servizi anziché sulla vendita dei prodotti ("product-service system"), che possono avere un ruolo determinante per l'attivazione di processi circolari.

Di seguito, quindi, vengono descritti i risultati dell'indagine (infine riassunti nella Tabella 1), quali: i fattori che condizionano gli attuali processi decisionali (paragrafo 3.1), gli ostacoli e le leve al riciclaggio dei materiali (paragrafi 3.2 e 3.3), gli ostacoli e le leve al riuso dei materiali (paragrafi 3.4 e 3.5), i potenziali sprechi evitabili durante il processo di riqualificazione (paragrafo 3.6) e l'interesse degli operatori verso nuovi modelli di business (paragrafo 3.7).

### 3. RISULTATI

#### 3.1. *Fattori d'influenza delle scelte decisionali (riqualificazione versus demolizione)*

Secondo l'analisi compiuta, il principale ruolo decisionale è rappresentato dall'investitore, ovvero chi gestisce il capitale finanziario e decide la tipologia di edificio da realizzare. È importante evidenziare che le scelte dell'investitore sono condizionate, in primis, dalla destinazione dell'edificio: ovvero se esso verrà destinato alla locazione o alla vendita. Quando vengono costruiti edifici destinati alla locazione l'orientamento è verso considerazioni e scelte progettuali mirate alla durabilità a lungo termine delle opere e alla loro facile manutenibilità. Gli investitori che realizzano edifici deputati alla vendita, generalmente, invece, hanno una prospettiva di breve termine per cui i temi di *design for disassembly* per una più facile adattabilità dell'edificio e gestione dei materiali a fine vita assumono un ruolo marginale. Da ciò emerge che l'investimento immobiliare mirato alla vendita costituisce uno dei primi ostacoli per l'applicazione dell'economia circolare nel processo edilizio.

La variabile del costo risulta comunque determinante ai fini della scelta tra un intervento di demolizione e ricostruzione oppure di riqualificazione. Nella fase decisionale iniziale, denominata due-diligence, si analizza la convenienza economica dell'intervento, attraverso l'identificazione dei rischi di investimento e dei costi/ricavi. Durante tale fase vengono individuate le qualità residue dei componenti dell'edificio e le potenzialità di sfruttamento degli spazi. In questa valutazione vengono considerati i costi per l'adeguamento alla normativa corrente delle varie parti dell'edificio, in particolare: la conformità antisismica della struttura portante, la prestazione energetica dell'involucro edilizio e la compatibilità spaziale conseguente al-

l'insediamento di nuove funzioni. Da quanto sopra scaturisce la prima valutazione, in termini economici, circa la convenienza della riqualificazione di un edificio, mantenendo la struttura portante e le altre parti possibili, rispetto alla sua demolizione e ricostruzione ex-novo. Particolare influenza svolgono anche gli oneri di costruzione e le tempistiche di approvazione per i titoli abilitativi. Anche se ogni comune italiano ha in merito facoltà decisionali autonome, tuttavia, nel complesso emerge che la riqualificazione, intervento che maggiormente ottimizza i flussi materici riducendoli a monte del processo, risulti economicamente più vantaggiosa e la richiesta dell'autorizzazioni più veloce.

Un ulteriore fattore, che influenza le scelte di intervento, è il ruolo cruciale della certificazione di sostenibilità (in Italia, maggiormente rappresentata dalla certificazione LEED). Infatti, è l'investitore a scegliere se promuovere o non promuovere un processo di design mirato a particolari target di sostenibilità e circolarità (volti, ad esempio, all'ottenimento di certificazioni come LEED, BREEAM, ecc.). La volontà dell'investitore di ottenimento di un edificio certificato è legato al fatto che in alcuni contesti, ad esempio quello urbano milanese, la certificazione di sostenibilità aumenta il valore dell'edificio (ad esempio il canone di affitto può crescere tra +7% e +11%, con un aumento di solo +1% del costo di costruzione (McGraw Hill Construction, 2008; Rebuild, 2018).

Molte azioni degli operatori dipendono dalla decisione di ottenere una certificazione di sostenibilità: in particolare le decisioni del progettista e del demolitore. Nel rispetto di un definito investimento finanziario, il primo ha il compito di decidere come ottenere il massimo livello di valutazione, scegliere i materiali e definire la strategia di sostenibilità, quindi, la definizione dei flussi materici in entrata e in uscita. In questa fase la scelta può tendere verso prodotto certificati (EPD o Cradle to Cradle), influenzando così scelte tecnologiche in fase progettuale. Il secondo decide le pratiche di demolizione dell'intero processo: se demolizione tradizionale, demolizione selettiva o decostruzione, l'organizzazione del cantiere di demolizione e la destinazione dei rifiuti. Il demolitore raccoglie i rifiuti di demolizione in base al codice dei rifiuti e, mediante ditte specializzate o autonomamente con licenza specifica, trasporta i rifiuti in discarica o presso impianti di recupero (per il riciclaggio degli stessi). Le pratiche di demolizione sono assoggettate al rispetto di particolari protocolli di sostenibilità, in quanto essi obbliga-

no il demolitore a migliorare il monitoraggio dei flussi in uscita, dichiarando le quantità dei rifiuti e la loro destinazione e indicando la percentuale destinata a riciclo.

Attualmente, però, tra le due figure chiave di progettista e demolitore non c'è uno scambio di informazioni diretto: di conseguenza, il progettista, in generale, non valuta la potenzialità di riciclo o riutilizzo in sito dei rifiuti generati dal processo di demolizione.

È stato comunque constatato che in nessuna fase del processo viene considerato il valore economico residuo dei materiali stoccati nell'edificio esistente e il potenziale ricavo derivato dalla vendita degli stessi (il loro riutilizzo o riciclo). Tali materiali vengono considerati solo "rifiuti" e quindi rientrano nella valutazione economica solo i costi di conferimento a discarica o luogo di recupero/riciclo, comunque senza influire particolarmente sulle decisioni. Non essendoci ancora una domanda di mercato, molti materiali in uscita dal processo di costruzione e demolizione non hanno ancora un proprio valore (es. inerti) rappresentando solo un onere; mentre per i rifiuti che hanno domanda di mercato (es. rottami di metallo) e quindi che hanno una propria quotazione economica, il valore rimane ancora intrinseco nel costo di demolizione, restando quasi ignoto all'investitore e a tutti gli altri operatori del processo di riqualificazione edilizia.

Durante l'intervista agli operatori è stato chiesto di indicare se qualche scelta progettuale e/o gestionale venga supportata da strumenti *Life Cycle* che possano valutare l'effettiva sostenibilità delle stesse scelte. È stato riscontrato che sia in fase progettuale di intervento che, soprattutto, in fase gestionale del rifiuto gli strumenti *Life Cycle*, come *Life Cycle Assessment* e *Life Cycle Costing*, non sono utilizzati, sia per mancanza di competenze a riguardo, sia per la non obbligatorietà dell'utilizzo degli stessi durante il processo.

### 3.2. Ostacoli per il riciclo

Dall'analisi effettuata si è potuto riscontrare che attualmente in Italia sussistono barriere economiche, logistiche e culturali. Per quanto riguarda gli aspetti economici, emerge per esempio come i prezzi delle materie prime per confezionare calcestruzzo siano in Italia molto contenuti inibendo la domanda di aggregati riciclati. Il prezzo dell'aggregato naturale è circa 10 €/ton mentre quello dell'aggregato riciclato è circa 7 €/ton. Una differenza di prezzo di

solamente 3 €/ton non incentiva l'utilizzo dell'aggregato riciclato, ancora considerato da molti operatori poco affidabile. Di conseguenza la richiesta di mercato di materia prima seconda, in Italia, è molto bassa. Inoltre in molte regioni il conferimento in discarica risulta economicamente molto più conveniente del conferimento in impianti di riciclaggio. Infatti, il prezzo di discarica, che il "produttore del rifiuto" deve pagare, può variare da 1 €/ton a 10 €/ton (legge 549/1995 sui costi di discarica dei rifiuti solidi) mentre, generalmente, il prezzo per conferire gli inerti ai centri di raccolta per il riciclo costa circa 7€/ton. I ricavi della vendita di materiali da riciclo non sono destinati al "produttore del rifiuto", ma è il centro di raccolta (e di trattamento) a trarre ricavo dalla potenziale vendita della materia prima seconda. Ne consegue che per il "produttore del rifiuto" il conferimento al centro di raccolta per il riciclo, attualmente, conviene solo se il prezzo di discarica risulta maggiore.

Queste barriere economiche sono il risultato di una mancanza di leggi che disincentivino notevolmente (o anche vietino) il conferimento in discarica, e leggi che definiscano chiare procedure di end-of-waste e di tracciabilità dei flussi materici. Le barriere logistiche rappresentano un ulteriore ostacolo per le pratiche di riciclaggio: le distanze di trasporto, portano a neutralizzare i vantaggi economici e ambientali dello stesso. In particolare, per una piccola quantità di rifiuti, generati in lavori di demolizione di medie o piccole dimensioni, una lunga distanza dall'impianto di trattamento può portare a preferire il conferimento in discarica, se essa è più vicina. Addirittura, è da considerare anche il grave problema dello smaltimento illegale dei rifiuti al fine di evitare il prezzo di discarica: ciò avviene, generalmente, nei casi di piccoli interventi di edilizia privata e viene favorito dalla mancanza di un accurato monitoraggio dei rifiuti del settore edilizio.

Le statistiche mostrano che in Italia il 76% dei rifiuti da demolizione e costruzione (escludendo le terre da scavo) viene riciclato o recuperato, quindi che l'obiettivo stabilito dalla normativa 2008/98/CE sia raggiunto (Resource Efficient Use of Mixed Wastes, 2015). Tuttavia, la quantità maggiore di rifiuto da costruzione e demolizione in Italia è costituita da inerti, che rappresentano il 75-85% del totale (ISPRA 2018). La percentuale della Direttiva, di conseguenza viene soddisfatta dal solo trattamento degli inerti, non considerando altre frazioni di rifiuti da costruzione e demolizione più leggere, come ad esempio materiali di ori-

gine sintetica, che possono avere una più alta potenzialità di recupero/riciclo, se valutati attraverso strumenti di sostenibilità *Life Cycle*, come LCA ed LCC. Tuttavia, la stessa normativa considera “riciclata o recuperata” anche la quota “destinata alla preparazione per il riciclo”. Spesso accade che in Italia, a causa dell’assenza di mercato, tale quota rimane invenduta per molto tempo. Detti residui, restando per lunghi periodi nei centri di stoccaggio diminuiscono progressivamente il loro valore. Infatti, i centri di raccolta per il riciclo traggono maggiore guadagno dal ritiro dei rifiuti inerti (il ricavo è di circa 7 €/ton per i rifiuti inerti) piuttosto che dalla vendita della materia prima seconda (il prezzo di vendita è di circa 3-7 €/ton per gli aggregati riciclati utilizzati per sottofondi stradali). Sicuramente si otterrebbe una contro tendenza (ovvero, maggiore ricavo per i centri di stoccaggio) se si riuscisse a stimolare la richiesta di materia prima seconda.

Attualmente, la maggior parte del riciclaggio è rappresentato da pratiche di downcycling, principalmente a causa della bassa qualità dell’aggregato stesso derivato anche delle tecniche costruttive che caratterizzano il patrimonio edilizio italiano, ovvero struttura portante in calcestruzzo armato, solaio in latero-cemento e involucro in laterizio con finitura ad intonaco. Durante il processo di demolizione una maggiore suddivisione dei rifiuti inerti porterebbe ad un materiale di maggiore qualità. Di contro, la suddivisione in cantiere dei rifiuti tra diversi codici (CER, Direttiva 75/442/CE) è molto difficile in quanto comporta un’attenta e costosa pulizia dei materiali. Il trasporto di rifiuti che presentano residui di altri materiali (quindi non separati accuratamente) viene punito secondo la legge riguardante l’assoggettamento della responsabilità penale in materia di suddivisione e trasporto dei rifiuti (D.Lgs. 152/2006). Di conseguenza, al fine di non violare tale legge, molte volte il gestore dei rifiuti di cantiere tende a generalizzare i rifiuti inerti in un unico codice (CER), che risulta un mix legale per il trasporto ma difficile da riciclare. Quindi, al centro di riciclaggio viene conferito un rifiuto di bassa qualità, portando a costi di conferimento più alti e prezzi di vendita della materia prima seconda più bassi. Tale ostacolo è causato anche dalla mancanza di monitoraggio pre-demolizione che potrebbe stimolare una maggiore differenziazione del rifiuto. Anche la tendenza a produrre nuovi prodotti composti da diversi materiali accoppiati, difficili da separare, crea un ulteriore ostacolo al riciclaggio. È importante, quindi, orien-

tare la produzione verso prodotti facilmente disassemblabili, dal livello del materiale al livello dell’intero edificio. Si ripresenta dunque il ruolo cruciale del progettista, che deve scegliere strategie progettuali e prodotti mirati al futuro disassemblaggio, in previsione di rifiuti da demolizione atti al processo di riciclaggio. Per questo motivo, è necessario mettere in relazione le istanze di demolitori e progettisti, anche attraverso il supporto di specifici strumenti, per la definizione di un progetto che consideri il fine vita dell’edificio stesso e il riuso/riciclo dei materiali.

Diversamente dagli inerti, i metalli hanno attualmente richiesta di mercato e quindi il riciclaggio viene sempre praticato. Tuttavia, al fine di ottenere un processo di riciclaggio più efficiente, ogni oggetto metallico dovrebbe rientrare in una catena di riciclaggio specifica con un codice specifico (CER); attualmente la classificazione raggruppa diversi metalli in un unico codice. Lo stesso succede anche per i materiali isolanti. Inoltre, molti processi di separazione non sono richiesti dalla legge nonostante il loro valore (ad esempio cavi elettrici composti da PVC e rame), conseguentemente il loro processo di riciclaggio non viene promosso.

### 3.3. *Leve per il riciclo*

Per quanto riguarda le leve per il riciclo di materiali ed elementi costruttivi, gli operatori intervistati affermano che in Italia non esistono incentivi (ad es. economici come detrazioni fiscali o bonus) per quanto riguarda l’uso di specifici materiali riciclati/riciclabili. Tuttavia, le interviste evidenziano che il rispetto dei criteri LEED rappresenta un incentivo volontario per il riutilizzo e il riciclaggio. La conservazione di porzioni di edificio, come la struttura portante, durante il processo di riqualificazione, l’utilizzo di prodotti riciclati e/o riciclabili, rientrano infatti tra le richieste dei criteri dei protocolli di sostenibilità.

Dopo il 2008 sono state promosse dinamiche di riciclaggio grazie alle percentuali minime definite dalla Direttiva 2008/98/CE (in Italia D.Lgs. 205/2010). In effetti, la Direttiva stabilisce che, entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e il recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi dovrà ammontare almeno al 70% in termini di peso. Tuttavia attualmente non ci sono leggi che costringono i demolitori e i gestori dei rifiuti a dichiarare la destinazione di una percentuale minima di rifiuti da costruzione e demolizione al riciclaggio. Solo se si vuole ottenere

una certificazione di sostenibilità (come LEED) c'è l'obbligo di dichiarare la percentuale di rifiuti destinati al riciclaggio.

In Italia, comunque, un'importante leva per il riciclo dei materiali da costruzione è rappresentata dal *Green Public Procurement* (D.Lgs. 50/2016), secondo cui le Pubbliche Amministrazioni devono integrare Criteri Ambientali Minimi (CAM) nell'ambito degli appalti pubblici.

I Criteri Ambientali Minimi del GPP in edilizia italiani contengono diverse indicazioni riguardo il tema del riciclo, che potrebbero fornire un significativo impulso al mercato delle materie prime seconde:

- il 15% in peso del totale di tutti i materiali utilizzati, deve contenere materia prima seconda riciclata o recuperata, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale; di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali;
- almeno il 50% dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabili o riutilizzabili; di tale percentuale, almeno il 15% deve essere costituita da materiali non strutturali, rapporto calcolato sia al volume sia al peso dell'intero edificio;
- nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati, escludendo gli scavi, deve essere preparato per il riutilizzo e il riciclaggio;
- la percentuale di materia recuperata o riciclata deve essere dimostrata tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III (conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025), o certificazioni di prodotto rilasciate da un organismo di valutazione della conformità (come ReMade in Italy, Plastica Seconda Vita o equivalenti), o tramite rapporto di ispezione all'azienda produttrice rilasciato da un organismo di ispezione in conformità alla ISO/IEC 17020:2012.

Gli operatori hanno tuttavia ancora molti dubbi al riguardo e attualmente ci sono pochissimi casi di applicazione.

### 3.4. Ostacoli per il riuso

A seguito delle interviste agli operatori, sono stati identificati i principali ostacoli al riutilizzo degli elementi costruttivi: essi riguardano principalmente l'aspetto economico, estetico, logistico e di responsabilità. Di conseguenza anche se un elemento o componente potrebbe essere riutilizzato perché

ha mantenuto le prestazioni richieste dalla normativa (prestazioni termiche, meccaniche ecc.), in genere si evita di innescare un processo di riutilizzo. Il primo limite a frenare la pratica del riuso è ancora una volta quello economico: l'alto costo di operatori esperti nelle fasi di disassemblaggio – stoccaggio – pulizia/ricondizionamento – riassetto. Gli operatori esperti sono pochi e, in Italia, non sono ancora state innescate relazioni costanti tra i diversi operatori (come succede in alcuni casi virtuosi in Olanda, tra aziende di demolizione, logistiche e aziende manifatturiere) per semplificare il processo del riuso/riutilizzo diminuendone gli oneri. Di conseguenza gli elevati costi portano ad ostacolare la diffusione dell'uso di materiali riutilizzati, non innescando una domanda di mercato di materiali riutilizzati.

Spesso anche gli aspetti estetici sono una causa che determina il mancato riutilizzo: non c'è una cultura diffusa al reimpiego di materiali e in Italia, a differenza di altri contesti europei, il prodotto riutilizzato è ancora percepito come un prodotto di poco valore. Accade solo che possa esserci richiesta di mercato per particolari elementi decorativi, con valore storico o artistico e che non devono soddisfare particolari requisiti meccanici e prestazionali.

Di conseguenza, vengono a mancare anche appositi spazi di stoccaggio degli elementi e la logistica del processo in generale. La mancanza di ditte specializzate, di piattaforme per lo scambio di elementi, e di conseguenza sempre i costi eccessivi per compiere tutti i passaggi, porta a disincentivare del tutto il fenomeno del riuso.

Vi sono infine ostacoli che derivano dalla normativa relativa alle dichiarazioni di responsabilità nell'impiego dei materiali. Attualmente i progettisti e in particolar modo i costruttori (art. 1669 del Codice Civile che identifica la garanzia dell'opera per 10 anni da parte del costruttore) devono assumersi la responsabilità della "conformità" dell'opera (richiesta dalla legge italiana) e quindi di tutti gli elementi di cui è composto l'edificio. Purtroppo non è ancora possibile certificare la qualità e la durabilità di un materiale riutilizzato, in quanto c'è una mancanza di dati e di conoscenza sulla storia del materiale stesso. Di conseguenza progettisti e costruttori tendono a non volersi prendere la responsabilità di utilizzare materiali senza certificazione, non esistenti altresì garanzie o figure terze che rivestono un ruolo di "assicurazione" per il materiale di riuso.

Esistono grandi potenzialità di riuso tra i rifiuti che rappresentano quasi una costante nei processi di ri-

generazione. Durante i processi di rigenerazione del patrimonio, come detto nel primo paragrafo, si può tendere a preferire il riuso di parti dell'edificio per ottenere premialità per le certificazioni di sostenibilità, ma soprattutto per richiedere titoli abitativi meno costosi e più celeri. In quasi tutti i casi di rigenerazione, comunque, gli interni (partizioni e relativi rivestimenti, infissi, tutte le parti mobili) e i sistemi impiantistici (non solo i condotti ma anche tutti gli elementi terminali come i corpi illuminanti) sono sostituiti e destinati alla discarica, mentre potrebbero essere riusati.

### 3.5. *Leve per il riuso*

Durante le interviste condotte non si sono riscontrate particolari leve per il riuso, in Italia. La normativa 2008/98/CE stabilisce, nel principio gerarchico dei rifiuti, la prevenzione e il riutilizzo/riuso dei rifiuti come le prime due strategie più virtuose, in quanto evitano la generazione di rifiuto prolungando la vita utile dell'elemento. Nonostante ciò non esistono incentivi economici o obblighi normativi che promuovano il riuso/riutilizzo e la istituzione di network tra operatori, o cambiamenti di modelli di business per facilitare tali processi.

### 3.6. *Rifiuti e sprechi materici evitabili*

Gli operatori intervistati identificano due fasi principali del processo di riqualificazione edilizia in cui è possibile evitare tali sprechi.

La prima è la fase costituita dalla sostituzione del fit-out che si rende necessaria allorché gli edifici costruiti senza conoscere l'utilizzatore finale risultano poi inadeguati alle funzioni alle quali vengono destinati (frequente nel settore immobiliare in caso di affitto). La seconda è la fase di costruzione.

La sostituzione del *fit-out*, rappresenta una peculiarità del mercato edilizio italiano. In Italia, sussiste l'obbligo di dichiarazione di conformità dell'edificio quando lo stesso è finito ("Fine del lavoro", DPR 380/2001 e relativa modifica). La legislazione italiana considera "edificio finito", quando lo "shell and core" sono terminati, includendo pavimentazione, controsoffitti e tutti gli impianti (riscaldamento, acqua calda sanitaria, climatizzazione, illuminazione, impianti antincendio ecc.). Senza dichiarazione di "fine lavori" non vi è possibilità da parte del compratore o dell'affittuario di entrare in possesso dell'edificio. Siccome nella maggior par-

te dei casi l'utente finale non è individuato prima della dichiarazione di fine lavori, capita spesso che, quando l'edificio, ad esempio, è ceduto ad un'impresa con una forte immagine aziendale, il fit-out dello stesso venga modificato totalmente. Questa pratica porta a sprecare materiali nuovi in quanto per la riprogettazione degli spazi, i soffitti, i pavimenti e parte dei sistemi impiantistici vengono rimossi e destinati a discarica. Ciò accade anche perché sono difficili da trovare sul mercato prodotti facilmente disassemblabili, e la maggior parte degli interni sono realizzati con pannelli in cartongesso che attualmente non vengono riutilizzati.

Tale tipo di spreco potrebbe essere evitato se cambiasse le normative di fine lavori, o se esistesse la possibilità di installare elementi adattabili che possano essere smontati e riutilizzati in altri luoghi. Tuttavia, questo porta alle esigenze di stoccaggio degli elementi e a una diversa gestione del sito.

Per quanto riguarda la fase di costruzione, un riferimento più esteso a modalità costruttive off-site (Jin et al., 2018) potrebbe evitare molti rifiuti. Anche in questo caso il ruolo del progettista è cruciale, perché tutto il processo è basato sulla progettazione per l'assemblaggio. La massima industrializzazione dei componenti e il facile assemblaggio in sito portano ad aumentare i tempi della fase di progettazione (essendo necessario l'uso di software 3D nella modellazione di ciascun componente), ma riescono ad accorciare i tempi di cantiere, evitando molti rifiuti da costruzione e demolizione a fine vita. Inoltre è importante scegliere imballaggi riutilizzabili, in quanto l'edilizia off-site porta ad aumentare i rifiuti da imballaggi (WRAP, 2009). In Italia, però, la mancanza di richiami a tecniche off-site nel "prezzario dei lavori edili" (regolato da L.R. 38/2007), che rappresenta un punto di riferimento economico per la definizione e la verifica delle gare pubbliche, è un ostacolo alla diffusione di tali tecniche.

### 3.7. *Modelli di business*

L'analisi ha inoltre riscontrato la mancanza in Italia di modelli di business mirati alla circolarità. Di conseguenza con le interviste è stato indagato se sussiste attualmente un interesse da parte degli operatori verso nuovi business basati sulla fornitura di servizi anziché sulla vendita di prodotti (product-service system). In edilizia tali modelli trovano ancora difficoltà di attivazione, questa



**Tabella 1 – Risultati di analisi**

TEMI ANALIZZATI	OSTACOLI ATTUALI	LEVE ATTUALI	OPERATORI CHIAVE
Fattori di influenza alle scelte decisionali (demolizione versus riqualificazione)	1-Investitori non interessati al ciclo di vita dell'edificio (quando esso è destinato alla vendita)	1-Rispetto di certificazioni di sostenibilità (LEED BREEAM)	Investitore Progettista
	2-Mancanza di uno scambio di informazioni tra progettista e demolitore	2-Titoli abilitativi che, per tempistiche e costi, portano la committenza a preferire interventi di riqualificazione piuttosto che di demolizione e nuova costruzione.	
	3-Nessuna valutazione Life Cycle sulla sostenibilità delle scelte.		
Pratica del Riciclo	1-Materie prime poco costose (in particolare per materiali inerti)	1-Criteri dei protocolli di sostenibilità che incentivano il riuso di parti di edificio e l'uso di materiali riciclati/riciclabili	Progettista
	2-Bassi costi per il conferimento in discarica (in particolare per rifiuti inerti)	2-Direttiva 2008/98/CE: 70% di recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione	
	3-Mancanza della domanda di mercato (in particolare per aggregati riciclati)	3-Criteri ambientali Minimi dei Green Public Procurement:	
	4-Mancanza di procedure End-of-Waste	- il 15% dei materiali deve contenere materia prima seconda riciclata o recuperata	Impresa di demolizione
	5-Mancanza di reti di relazione tra diversi operatori che possano stimolare la logistica del riciclo dei materiali	- almeno il 50% dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabili o riutilizzabili	Gestore dei rifiuti
	6-Bassa qualità dell'aggregato derivato da pratiche di demolizione tradizionali (non demolizioni selettive)	- almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi deve essere preparato per il riutilizzo e il riciclaggio	
	7-Tecnologie costruttive e materiali compositi difficili da disassemblare.	- dimostrazione della percentuale di materia recuperata o riciclata tramite una dichiarazione ambientale di Tipo III o certificazione riconosciuta	
Pratica del Riuso	1-L'alto costo di operatori esperti nelle fasi di disassemblaggio-stoccaggio – pulizia e ricondizionamento – riassetto	1-Direttiva 2008/98/CE che stabilisce la gerarchia dei rifiuti, ponendo di prima importanza il riuso, anziché il riciclo.	Progettista Impresa di demolizione
	2- Cultura poco diffusa al reimpiego di materiali		
	3-Mancanza di piattaforme condivise per la creazione di networking per il riuso di elementi		
	4-Impossibilità di certificazione di un materiale riusato.		
Rifiuti e sprechi evitabili	1-Mancanza di prodotti facilmente disassemblabili		Progettista Produttore Impresa di costruzione
	2-Dichiarazione di fine lavori che spesso costringe alla realizzazione di fit-out interni che, tendenzialmente, vengono demoliti e sostituiti al momento della locazione		
	3-Rifiuti generati in fase di cantiere causati da packaging e variazioni progettuali derivate da una non accurata progettazione esecutiva.		
	4-Mancanza di richiami a tecniche off-site nel "prezzario dei lavori edili".		
Modelli di Business	1-Natura del "sistema edificio": oggetto immobile e di lunghissima durata		Produttore Fornitore di componenti edilizi Investitore
	2-Mancanza di accordi "win-win" tra produttore/fornitore e utente finale.		

volta non solo per motivi legislativi o logistici, ma soprattutto per la peculiarità del "sistema edificio" che essendo un "oggetto" immobile e di lunghissima durata non si presta facilmente in tutte le sue parti all'attivazione di product-service system.

In alcuni paesi europei molte aziende si stanno muovendo verso queste forme di business. Le aziende che si sono attivate in questa direzione forniscono elementi mobili come attrezzature e arredamento ma anche sistemi impiantistici ed energia, quali riscaldamento e illuminazione sotto forma di servizi. Il fornitore resta proprietario del pro-

dotto che eroga servizio e, attraverso un processo di recupero a fine vita utile e di rimanifattura o semplice ricondizionamento, reimmette sul mercato lo stesso prodotto. Esistono anche opportunità "win-win solution" basate su accordi tra produttori e utenti finali che stabiliscono il ritorno dell'elemento al produttore dopo un periodo di tempo stabilito.

Anche nel contesto italiano sembra che modelli di business basati sul servizio inizino a suscitare interesse tra gli operatori (ad esempio nel caso dell'energia, con le Esco), ma ci sono ancora pochi casi di attuazione e non esiste una chiara consape-

volezza a riguardo, la richiesta è molto ridotta e viene preferito ancora il tradizionale modello di acquisto.

#### 4. DISCUSSIONE

##### 4.1. Individuazione dei cambiamenti legislativi, procedurali e strumentali

Sulla base delle interviste effettuate e quindi dell'analisi delle attuali barriere e leve al riciclo/riuso, la ricerca individua i possibili miglioramenti legislativi necessari per l'introduzione di pratiche circolari, le possibili relazioni tra diversi operatori che possano portare ad un uso più efficiente delle risorse, le fasi di processo e gli operatori chiave che devono essere stimolati verso l'utilizzo di strumenti *Life Cycle* come supporto per la scelta delle differenti strategie circolari. Vengono inoltre illustrate le tredici azioni chiave individuate dal gruppo di lavoro del GBC Italia.

###### 4.1.1. Miglioramenti legislativi

In merito ai miglioramenti dal punto di vista legislativo, al fine di raggiungere un'ottimizzazione dei flussi materici, è necessaria in Italia, l'approvazione di normative che incentivino il riuso degli edifici e delle loro parti e il riciclo dei rifiuti da costruzione e demolizione.

Occorrono leggi mirate che stabiliscano obblighi (e relative sanzioni in caso di non adempimento), e che stimolino l'attivazione dell'economia circolare con un approccio "top down":

- normative che limitino il consumo di suolo a livello nazionale, innescando una domanda di mercato verso la rigenerazione degli stock di edifici e, quindi, verso la disponibilità delle risorse immagazzinate negli stessi;
- normative sul divieto di estrazione di materie prime (ad esempio vietare l'apertura di nuove cave), ciò porterebbe ad una maggiore richiesta verso l'uso delle materie prime secondarie;
- richieste più ambiziose nei criteri ambientali minimi del *Green Public Procurement*;
- procedure di "fine lavori" più flessibili alla situazione di mercato, al fine di evitare sprechi materici, come nel caso del fit-out negli edifici riqualificati destinati alla locazione/vendita (che non hanno una progettazione customizzata).

Inoltre è necessaria l'introduzione di premialità, ad esempio incentivi economici o bonus di costruzione volumetrici (come avviene nel caso di edifici ad alta efficienza energetica) per le pratiche orientate alla circolarità dei flussi dei materiali.

Tali premialità costituiscono un approccio bottom-up verso la spinta all'economia circolare e possono essere:

- incentivi per chi usa materiali da costruzione con contenuto di riciclato e riciclabili, o elementi riusati;
- incentivi per la progettazione dello smontaggio e la costruzione off-site (aggiungendo le tecniche nel "listino prezzi dei lavori di costruzione", al fine di evitare sprechi materici);
- premialità nelle certificazioni di sostenibilità (*Green Rating Rating System*) con criteri utili per valutare le potenzialità del progetto rispetto ai temi alla *circular economy*.

###### 4.1.2. Relazioni lungo la catena di valore e attivazione di modelli di business

Delle interviste effettuate si palesano chiaramente le difficoltà di cooperazione tra i diversi operatori, la mancanza di operatori specifici e la mancanza di diffusione di product service system: tutto ciò rappresenta un notevole ostacolo a un sistema di economia circolare. Di conseguenza, risulta fondamentale:

- mettere in relazione le istanze di investitore e gestore dei rifiuti, al fine di ottenere una consapevolezza da parte degli investitori sul valore dei rifiuti / materiali e promuovere la durabilità e una seconda vita (attraverso il processo di riutilizzo / riciclaggio) dei materiali.
- mettere in relazione le istanze di progettista e produttore, al fine di consentire la condivisione delle informazioni e delle esigenze, utilizzando anche software Building Information Modeling (BIM), per la definizione di materiali ed elementi facilmente smontabili e riutilizzabili;
- mettere in relazione le istanze di progettista e demolitore, anche utilizzando nuovi strumenti come audit pre-demolizione, per avere una condivisione di informazioni sulla consistenza e sulla qualità dei materiali valutando il possibile riutilizzo e il riciclaggio di componenti e materiali;
- sostenere l'attivazione di reti di operatori quali demolitori, logistiche e produttori per il riutilizzo / riciclaggio di materiali;
- individuare e formare figure professionali atte alla mappatura dei flussi materici, attraverso inventari pre-demolizioni che migliorino anche la classificazione del codice dei rifiuti al fine di stimolare una migliore separazione e raccolta dei rifiuti verso una catena del valore per il riciclaggio;
- definire operatori esperti per le fasi di smontaggio – ricondizionamento – riassetto degli elementi e l'individuazione di spazi di stoccaggio;

- definire gli spazi per la raccolta dei rifiuti da riciclare, al fine di facilitare la logistica (raccolta e trasporto) dei rifiuti allo smistamento anche per piccole quantità di rifiuti; a tale proposito si vuole evidenziare il lavoro svolto da Centro Materia Rinovabile che ha proposto un disegno di legge che identifichi i luoghi di fornitura dei materiali edili come possibili luoghi di stoccaggio temporanei;
- stabilire figure professionali che possano rivestire un ruolo di responsabilità/assicurazione per l'uso degli elementi riusati;
- promuovere una catena di servizi di fornitura (a partire dalla componente di breve durata), al fine di recuperare i materiali e attivare nuove attività di prodotti riutilizzati e rigenerati.

#### 4.1.3. *Strumenti di valutazione del ciclo di vita ambientale ed economico a supporto delle decisioni*

Al fine di realizzare pratiche circolari sostenibili, le strategie circolari per l'ottimizzazione materica devono essere valutate anche dal punto di vista della sostenibilità. A tale fine il supporto di strumenti di valutazione *Life Cycle* è in grado di quantificare gli impatti reali; la valutazione del ciclo di vita (*Life Cycle Assessment*) e il costo del ciclo di vita (*Life Cycle Costing*) sono di fondamentale importanza e devono essere introdotti durante le fasi decisionali del processo di rigenerazione, dalla gestione del fine vita dell'edificio esistente alla fase progettuale della riqualificazione.

Vengono identificate due fasi decisionali cruciali in cui è fondamentale la verifica della sostenibilità:

- la fase di progettazione (operatori: progettista e investitore); valutando l'impatto ambientale e le opportunità di mercato con l'approccio *Life Cycle* durante la scelta progettuale, (es. scelta di riqualificazione anziché demolizione e scelta di un edificio reversibile anziché uno tradizionale), si evitano inutili sprechi e si massimizzano il valore e l'uso sostenibile dei materiali;
- la fase di gestione dei rifiuti (operatori: progettista e demolitore); valutando l'impatto ambientale e le opportunità di mercato con l'approccio *Life Cycle* durante la scelta della destinazione dell'elemento o materiale (es. tra riuso, riciclo o smaltimento in discarica) si promuove l'efficienza delle risorse e il trattamento sostenibile dei rifiuti.

Per incentivare l'uso di strumenti *Life Cycle* in queste due particolari fasi del processo, sono necessarie politiche che diano impulso al loro utilizzo, ma

ancora prima è necessaria la diffusione della consapevolezza e della conoscenza in merito alla sostenibilità delle scelte, e quindi la preparazione di esperti che affianchino obbligatoriamente i suddetti operatori. In caso contrario, l'attivazione di pratiche circolari per l'ottimizzazione dei flussi materici potrebbe essere vana in quanto potrebbe non effettivamente portare ad una riduzione degli impatti ambientali.

#### 4.2. *Le 13 azioni chiave individuate dal gruppo di Lavoro GBC*

Parallelamente al lavoro di ricerca presentato in questo articolo, la partecipazione al gruppo di lavoro sull'economia circolare del Green Building Council Italia è stata un'occasione di ulteriore confronto con stakeholders del settore edilizio italiani. Il gruppo di lavoro ha individuato un totale di 13 azioni chiave per la transizione verso l'economia circolare in edilizia, in molti casi coincidenti con i temi individuati. Le azioni vengono qui di seguito riportate:

- transizione da un approccio bottom up all'approccio top down: indicando la necessità in Italia di un quadro legislativo che applichi regolamenti che promuovano l'uso di materie prime seconde (ad esempio, adottando politiche di tassazione sull'uso di materie prime o limiti il consumo di suolo vergine per promuovere la riqualificazione del costruito esistente);
- monitoraggio dei flussi alla macroscala: analizzando i flussi (quantitativi-economici) di risorse/rifiuti in un'area urbana (distretto) per poter avere una mappatura generale dei flussi e poter innescare strategie di riuso-sharing controllato, attraverso l'uso di "big data" e nuove tecnologie digitali;
- creazione di piattaforme per lo scambio di materiali e prodotti e di informazioni: costituendo un database riconosciuto, credibile/affidabile e accessibile a tutti gratuitamente per lo scambio di informazioni e di materiali;
- definizione di criteri per la disassemblabilità: promuovendo l'uso di strumenti e metodi di analisi di differenti modalità di posa in opera dei principali elementi tecnici di un edificio per consentire di valutare il requisito di disassemblabilità;
- adozione di strumenti per la demolizione selettiva e pre-demolition audit: promuovendo, tramite incentivi o obblighi normativi pratiche di cantiere più efficaci e una valorizzazione dei mate-

- riali derivanti dalla demolizione (essi dovrebbe servire come mezzo di comunicazione tra il progettista e il demolitore/gestore rifiuti);
- adozione di strumenti per la gestione del fine vita, tracciabilità dei prodotti e material passport: promuovendo (sia nell'ambito dei CAM sia nell'ambito dei *Green Building Rating System*) la tracciabilità del prodotto (ad esempio grazie a strumenti di material passport) e dunque facilitare il riuso e il riciclo;
  - introduzione di procedure per verificare la qualità del riciclato/riusato e procedure di qualificazione: sviluppando procedure di qualificazione dei prodotti riciclati che consentirebbero un superamento della diffidenza sull'uso di materie prime seconde;
  - sviluppo di azioni politiche per la rimozione di ostacoli normativi al riciclo e per l'uso di incentivi: sviluppando apparati normativi che vengano maggiormente incontro alle politiche di riuso e riciclo, al fine di superare anche le barriere economiche rappresentate dai costi di ricaratterizzazione delle materie prime seconde e i costi del disassemblaggio degli elementi/componenti dell'edificio;
  - raccolta e caratterizzazione dei rifiuti e stabilizzazione dei flussi per la continuità di filiera: promuovendo nuove catene del valore partendo dall'individuazione dei flussi materici quantitativamente significativi e stabili (per esempio stimolando il riciclo pre-consumo);
  - implementazione di criteri e specifiche nei CAM nel GPP: sviluppando specifiche più chiare per la corretta applicazione in merito ad alcuni criteri (come la disassemblabilità), che costituiscono una importante leva nella promozione di politiche di circolarità, ed esempi per la corretta applicazione degli stessi;
  - diffusione di incentivi alla ricerca e sviluppo per le PMI: attivando finanziamenti (bandi, incentivi economici o fiscali, ecc.) per agevolare investimenti in ricerca e sviluppo da parte delle PMI e sostenere partnership tra realtà produttive diverse;
  - definizione di criteri uniformi nelle certificazioni ambientali di prodotto: riducendo la proliferazione di certificazioni con criteri diversi e facendo maggiore chiarezza sull'interpretazione dei criteri e sulla modalità di utilizzo delle certificazioni;
  - strumenti per la verifica dell'efficacia e sostenibilità delle azioni di circolarità: integrando strumenti di verifica dei risultati di politiche, strategie e azioni di circolarità, come i metodi LCA e

LCC, che permettono una valutazione della effettiva sostenibilità ambientale ed economica evitando *burden shifting* tra una fase del ciclo di vita e un'altra; definendo inoltre indicatori di circolarità, che consentano di valutare l'efficacia delle strategie di "chiusura del ciclo".

## 5. CONCLUSIONI

L'indagine effettuata mostra che l'Italia presenta ancora diverse barriere per l'attivazione di processi di circolarità e di efficientamento materico e che le relazioni frammentate e discontinue degli operatori del settore non favoriscono l'evolversi positivo delle problematiche. Attualmente una questione molto critica è rappresentata dal riciclo del materiale inerte, ovvero la frazione di rifiuto quantitativamente maggiore, che risulta ostacolato da barriere economiche e culturali che portano ad una bassa domanda di mercato.

La ricerca ha identificato che per raggiungere un processo di riqualificazione circolare e sostenibile è dunque necessario intervenire a livello trasversale su tre fronti: gli ambiti legislativo, relazionale e strumentale.

La normativa può svolgere un ruolo chiave per la regolamentazione dei prezzi delle materie prime e delle discariche, azione basilare per favorire l'uso di materia prima seconda. Inoltre può introdurre incentivi, economici o bonus volumetrici, per i progetti in cui si promuove l'impiego di prodotti riciclati e riciclabili e conseguentemente sostenere richieste più ambiziose nei GPP. È fondamentale inoltre definire, a livello italiano, un sistema per la tracciabilità dei rifiuti da costruzione e demolizione, anche attraverso l'introduzione di strumenti come il pre-demolition audit. Risulta poi indispensabile migliorare la tracciabilità dei componenti dell'edificio al fine di mappare la sua "storia" e il suo utilizzo, e quindi promuoverne il riuso; occorre redigere specifiche certificazioni sulla qualità dei materiali da riuso e identificare spazi di stoccaggio degli stessi.

Promuovere la cooperazione di tutti gli operatori dell'intera "value-chain" del processo edilizio può evitare la formazione di rifiuti durante il processo di riqualificazione, ad esempio l'interazione tra progettista e cliente finale porta ad un'edilizia "customizzata" che necessita di minori variazioni spaziali successive alla realizzazione dell'edificio, e tra progettista e produttore che permette una co-creazione di elementi disassemblabili e riusabili.

Per promuovere processi circolari sostenibili è fondamentale verificare l'effettiva sostenibilità ambientale ed economica delle strategie circolari. Bisogna quindi promuovere l'utilizzo di strumenti *Life Cycle* come LCA e LCC durante il processo decisionale, in particolare in fase di "prevenzione" della formazione del rifiuto, ovvero a monte durante il processo di progettazione, e in fase di "gestione" del rifiuto, ovvero a valle durante il processo di fine-vita dell'edificio. Conseguentemente è importante sviluppare strumenti di supporto facilmente utilizzabili dagli operatori, o introdurre figure professionali di sostegno preparate all'uso di strumenti più complessi.

## 6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- EU Construction and Demolition Waste Management Protocol (2016) Disponibile su:  
[https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0\\_en](https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en)
- European Commission (2012) COM 433 Strategy for the sustainable competitiveness of the construction sector and its enterprises. Bruxelles.
- European Commission (2014) COM 398 Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe. Bruxelles.
- European Commission (2015) COM 614 Closing the loop. An EU action plan for the Circular Economy. Brussels.
- Eurostat (2016) Key figures on Europe. Belgium, 161–164.
- Fishman T., Schandl H. e Tanikawa H. (2016) Stochastic analysis and forecasts of the patterns of speed, acceleration, and levels of material stock accumulation in society. *Environmental Science & Technology* (50): 3729–37.
- Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N. e Hultink E.J. (2017) The circular economy – a new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production* (143): 757–768.
- Giorgi S., Lavagna M., Campioli A. (2017) Economia circolare, gestione dei rifiuti e life cycle thinking. *Fondamenti, interpretazioni e analisi dello stato dell'arte. Ingegneria dell'ambiente* (4): 245–254.
- Giorgi S., Lavagna M., Campioli A. (2018) Guidelines for effective and sustainable recycling of construction and demolition waste, in E. Benetto, K. Gericke, M. Guiton (Eds.), *Designing Sustainable Technologies, Products and Policies – from Science to Innovation*, Springer.
- Green Building Council Italia (2019) Position paper. *Economia circolare in edilizia*. Disponibile su:  
<http://gbcitalia.org/documents/20182/565254/20181015+GBC+GdL+EC+position+paper.pdf>
- Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings (2018) Disponibile su:  
[https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0\\_en](https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en)
- ISPRA (2018) Rapporto Rifiuti Speciali.
- Jin R., Gao S., Cheshmehzangi A. and Aboagye-Nimo E. (2018) A holistic review of off-site construction literature published between 2008 and 2018, *Journal of Cleaner Production* 202: 1202–1219
- Lavagna M, Baldassarri C, Campioli A et al. (2018) Benchmarks for environmental impact of housing in Europe: Definition of archetypes and LCA of the residential building stock. *Building and Environment* (145):260-275.
- Lavagna M., Giorgi S. e Dalla Valle A. (2016) *Abitare in Europa. Analisi dei dati statistici, definizione di modelli rappresentativi e valutazione ambientale LCA del patrimonio residenziale europeo*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli.
- Mc-Graw Hill Construction (2008) *Construction Outlook 2008*.
- Rebuild, CBRE, GBCI Europe (2018) *Green Building: valori e tendenze*. Disponibile su:  
[www.rebuilditalia.it/it/MS/green-building-valori-e-tendenze](http://www.rebuilditalia.it/it/MS/green-building-valori-e-tendenze).
- Resource Efficient Use of Mixed Wastes (2015) *Screening template for Construction and Demolition Waste management in Italy*.
- UNEP (2016) *Global material flows and resource productivity*.
- WRAP (2009) *Case study: Off Site Manufacture Somerset Homes*. Disponibile su:  
[www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/APS%20-%20FINAL.pdf](http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/APS%20-%20FINAL.pdf)

## 7. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge 549/1995. Misure di razionalizzazione della finanza pubblica. (Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.302 del 29-12-1995 – Suppl. Ordinario n. 153).
- Decreto Legislativo 152/2006. Norme in materia ambientale. (Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.88 del 14-04-2006 – Suppl. Ordinario n. 96).
- Direttiva 75/442/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti. *Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee* L.194/47 del 15 luglio 1975.
- Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive. *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L 312/3 del del 19 novembre 2008.
- Decreto Legislativo 205/2010 Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive. *Gazzetta Ufficiale Serie Generale* n.288 del 10-12-2010 – Suppl. Ordinario n. 269.
- Decreto Legislativo 50/2016 Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture. *Gazzetta Ufficiale Serie Generale* n.91 del 19-04-2016 – Suppl. Ordinario n. 10.
- Decreto Del Presidente Della Repubblica 380/2001. Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. Testo A) *Gazzetta Ufficiale Serie Generale* n.266 del 15-11-2001 – Suppl. Ordinario n. 246.



# INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2019 è sostenuta da:



INGEGNERIA  
DELL'AMBIENTE



N. 2/2019

